

Subaccount is set to 0315-000414/REE

File 351:Derwent WPI 1963-2004/UD,UM &UP=200406

(c) 2004 Thomson Derwent

**\*File 351: New prices as of 1-1-04 per Information Provider request. See  
HELP RATES351**

Set Items Description

--- -----

?s pn=de 3422398

S1 1 PN=DE 3422398

?t sl/7/all

1/7/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

004497328

WPI Acc No: 1986-000672/ 198601

**Operation of screen compressor installation - uses pneumatic network  
pressure to control compressor inlet, and drive motor, in conjunction  
with reservoir pressure and oil temp.**

Patent Assignee: KNORR-BREMSE GMBH (KNOR )

Inventor: BARONNET P

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3422398	A	19851219	DE 3422398	A	19840615	198601 B

Priority Applications (No Type Date): DE 3422398 A 19840615

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3422398	A	30		

Abstract (Basic): DE 3422398 A

The compressor installation contains an oil-cooled screw compressor (1) connected (5) to a pressure reservoir serving a compressed air system. A unit (7) controls the inlet (11) to the compressor as a function of the system pressure, and a system pressure-dependent control (67,97) for the compressor drive motor (13).

The system pressure (73) is used to derive a pneumatic pilot pressure (77,81) for the inlet control unit and is also used in conjunction with a signal representing the pressure (89) in the reservoir and/or a signal representing the oil temp. for pneumatic/electric control (67) of the compressor drive motor.

USE/ADVANTAGE - For compressed air system operating e.g in a rail vehicle, with reliable and fine control by purely pneumatic system, without need for complex electronics.

1/3

Derwent Class: Q56

International Patent Class (Additional): F04C-029/10

?logoff





DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 34 22 398.3  
②2 Anmeldetag: 15. 6. 84  
④3 Offenlegungstag: 19. 12. 85

DE 3422398 A1

⑦1 Anmelder:  
Knorr-Bremse GmbH, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Baronnet, Pierre, 8000 München, DE

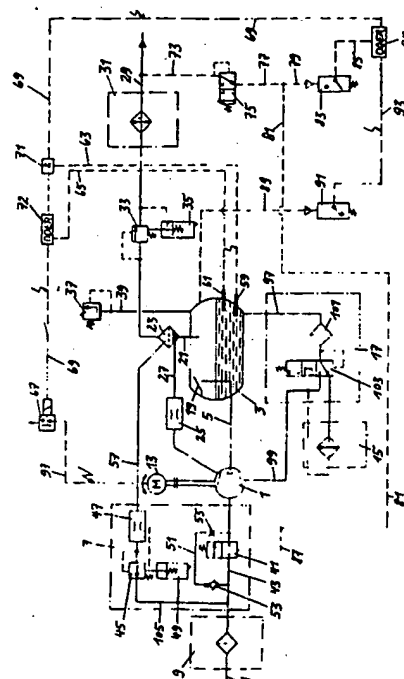
⑤6 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-PS 16 48 501  
DE-OS 30 22 062  
DE-OS 27 17 224  
DE-OS 24 56 038  
DE-OS 24 22 272

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer Schraubenverdichteranlage

Bei einer durch eingespritztes Öl gekühlten Schraubenverdichteranlage, bei welcher sowohl die Luft-Ansaugmenge des Schraubenverdichters als auch dessen vorzugsweise elektromotorischer Antrieb druckabhängig geregelt werden, sind rein pneumatisch wirkende Mittel vorgesehen, welche bei Erreichen eines vorherbestimmbaren Netz-Maximaldruckes das Ansaugvolumen zu reduzieren vermögen; der Maximaldruck des Netzes dient gleichzeitig und innerhalb einer durch ihn selbst begrenzten Schaltspanne zur Ableitung einer pneumatisch-elektrischen Regelgröße für den Schraubenverdichterantrieb, derart, daß der Schraubenverdichter unterhalb des Netz-Maximaldruckes mit Vollast, und bei Erreichen des Netz-Maximaldruckes und nachfolgender Druckabsenkung innerhalb der Schaltspanne in Leerlauf arbeitet, wobei im Leerlauf die Reduzierung des Ansaugvolumens im Zusammenwirken mit einer Druckentlastung des Druckbehälters zu einem zeitlich bestimmbar Aussetzen des Antriebes benutzt werden. Eine zusätzliche Sicherheitseinrichtung ist in Abhängigkeit von der Temperatur des von der Druckluft getrennten Öls wirksam und verhindert unterhalb einer vorherbestimmbaren Öltemperatur den Übergang vom Leerlaufbetrieb in den Stillstand.



DE 3422398 A1

-X-

1 KNORR-BREMSE GMBH  
Moosacher Straße 80  
8000 München 40

München, 13.06.1984

TP1-hn/uk/so

unser Zeichen: 1799

0010P

5

## P a t e n t a n s p r ü c h e

10 ① Verfahren zum Betrieb einer Schraubenverdichteranlage, mit  
wenigstens einem ölgekühlten Schraubenverdichter, der in einen mit  
dem Verbrauchernetz in Verbindung stehenden Druckbehälter fördert,  
mit einer die Ansaugmenge des Schraubenverdichters druckabhängig  
regelnden Einrichtung und einer Vorrichtung zur gleichfalls  
15 druckabhängigen Regelung des motorischen Antriebes für den  
Schraubenverdichter, dadurch gekennzeichnet, daß der Netzdruck zur  
Ableitung einer pneumatischen Regelgröße für die Mengenregelung der  
dem Schraubenblock des Verdichters vorgeschalteten Ansaugvorrichtung  
als auch in Verbindung mit einer dem Behälterdruck und/oder einer  
20 der Öltemperatur entsprechenden Regelgröße zur  
pneumatisch/elektrischen Regelung des motorischen Antriebes für den  
Schraubenblock benutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der  
25 Netzdruck bei Erreichen eines vorbestimmten Maximalwertes zur  
Änderung der pneumatisch/elektrischen Regelgröße für den  
vorzugsweise elektromotorischen Antrieb des Schraubenblockes des  
Verdichters und gleichzeitig zur Erzeugung einer rein pneumatischen  
Regelgröße für die Ansaugvorrichtung des Schraubenblockes benutzt  
30 wird, und daß der Behälterdruck bei Erreichen eines Mindestdruckes  
gleichfalls zur Änderung der pneumatisch/elektrischen Regelgröße für  
den Antrieb des Schraubenverdichters benutzt wird, derart, daß die  
Motorsteuer-Einheit für den Antrieb unterhalb einer vorbestimmten  
Schaltspanne des Netzdruckes und/oder oberhalb des Mindestdruckes

- 1 des Druckbehälters erregt wird, während die Motorsteuer-Einheit  
entregt wird, wenn der Netzdruck den den oberen Druckschaltpunkt der  
Schaltspanne darstellenden Maximaldruck erreicht und wenn  
5 gleichzeitig der Mindestdruck im Druckbehälter unterschritten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der  
Netzdruck während des Zeitintervalls der verbrauchsabhängigen  
Druckabsenkung von Maximaldruck auf den unteren Druckschaltpunkt der  
10 Schaltspanne pneumatisch die Ansaugvorrichtung derart regelt, daß  
nur eine reduzierte Luftmenge für den Schraubenblock des Verdichters  
zur Verfügung steht, und daß der Netzdruck während dieses  
Zeitintervalls gleichzeitig eine Regelgröße zur Freigabe einer mit  
dem Druckbehälter in Verbindung stehenden Druckentlastungsleitung  
15 liefert.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Druckentlastung zeitlich gesteuert durchgeführt wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß die pneumatisch/elektrische Regelung in  
Abhängigkeit vom Behälter- und Netzdruck von einer Regelgröße nach  
Maßgabe einer Mindesttemperatur des von der Druckluft abgetrennten  
Öls im Druckbehälter überwacht wird.
- 25 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den vorangehenden  
Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß eine von der zum  
Verbrauchernetz führenden Druckleitung (29) abzweigende, durch einen  
Druckregler innerhalb einer Schaltspanne überwachte Leitung (73,77)  
30 an eine Verriegelungseinrichtung eines eine Druckentlastungsleitung  
des Druckbehälters (3) öffnende oder schließende Ventileinrichtung  
angeschlossen ist, daß die Leitung (73,77) fernerhin mit einem eine  
Steuerleitung (69) für die Motorsteuer-Einheit (67) überwachenden  
Druckschalter (83) in Verbindung steht, daß eine den Behälterdruck  
35 führende Leitung (89) mit einem gleichfalls die Steuerleitung (69)

- 1 für die Motorsteuer-Einheit (67) überwachenden Druckschalter (91) in  
Verbindung steht, und daß die Ausgänge der Druckschalter (83,91)  
gegenseitig mittels eines ODER-Glieds (95) verknüpft und an die  
5 Steuerleitung (69) angeschlossen sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Druckschalter (83,91) elektrisch gespeist und entgegen dem  
pneumatischen Druck in den Leitungen (73,77;89) ein- und auschaltbar  
10 sind, und daß ihre Ausgänge in Form von Steuerleitungen (85,93) mit  
dem ODER-Glied (95) verknüpft und über dieses an die Steuerleitung  
(69) der Motorsteuer-Einheit (67) angeschlossen sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß  
15 der die Leitung (73,77) überwachende Druckregler (75) innerhalb  
einer vorbestimmten Schaltspanne wirkt, derart, daß bei Erreichen  
eines oberen Druckschaltpunktes des Druckreglers die Verbindung der  
Leitung (73,77) sowohl zur Verriegelungseinrichtung der eine  
Druckentlastungsleitung des Druckbehälters öffnenden oder  
20 schließenden Ventileinrichtung als auch die Verbindung zum  
Druckschalter (83) freigegeben ist, während bei Absinken des Druckes  
auf den unteren Druckschaltpunkt die Verbindung unterbrochen ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die  
25 Verriegelungseinrichtung aus einem bei Erreichen eines Schaltdruckes  
die Verriegelung freigebenden Entlastungsventil (49) besteht, und  
daß die die Druckentlastungsleitung des Druckbehälters öffnende oder  
schließende Ventileinrichtung als ein Rückschlagventil (45) mit  
einem vorbestimmten Schließdruck vorgesehen ist.
- 30 10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß sich in der Saugleitung (43) für den  
Schraubenblock (1) des Verdichters ein Rückschlagventil (41)  
befindet, welches durch Druckbeaufschlagung durch den Druck in einer  
von der Leitung (73,77) abzweigenden Nebenleitung sperrbar ist, und  
35 daß das Rückschlagventil (41) durch eine Bypass-Leitung (51)

1 überbrückt ist, wobei sich in der Bypass-Leitung ein  
Rückschlagventil (53) und eine Düse (55) befinden, derart, daß bei  
gesperrtem Rückschlagventil (43) über die Bypass-Leitung (51) ein  
5 begrenztes Ansaugvolumen für den Schraubenblock (1) zur Verfügung  
steht.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß die vom Druckbehälter zum Verbrauchernetz  
10 führende Druckleitung (29) ein Rückschlagventil (33) und ein auf das  
Rückschlagventil einwirkendes Mindestdruckventil (35) enthält,  
derart, daß das Rückschlagventil (33) durch das Mindestdruckventil  
(35) bis zu einem vorbestimmten Öffnungs-Mindestdruck sperrbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
15 gekennzeichnet durch einen der Druckleitung (29) vorgeschalteten  
Feinabscheider (23), von welchem eine zur Rückführung des Öls  
dienende Leitung (27) direkt in den Schraubenblock (1) zurückführt,  
und von welchem fernerhin eine Druckluft führende Leitung (57) zum  
Rückschlagventil (45) führt, wobei dem Rückschlagventil (45) eine  
20 Düse (47) vorgeschaltet ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß ein Thermofühler zur Temperaturmessung des von  
der Druckluft im Druckbehälter ausgeschiedenen Öls in den  
25 Druckbehälter eingesetzt ist, und daß eine vom Thermofühler (59)  
ausgehende, bei Erreichen einer maximalen Temperatur entregbare  
Steuerleitung (63) über ein UND-Glied (71) mit der Steuerleitung  
(69) für die Motorsteuer-Einheit (67) verknüpft ist.

30 14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß ein weiterer Thermofühler (61) zur  
Temperaturmessung des im Druckbehälter von der Druckluft  
ausgeschiedenen Öls in den Druckbehälter (3) eingesetzt ist, und daß  
die vom Thermofühler  
35

1 ausgehende, bei Unterschreiten einer bestimmten Temperatur erregbare  
Steuerleitung (65) mittels eines ODER-Gliedes (72) mit der  
Steuerleitung (69) verknüpft ist.

5 15. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
gekennzeichnet durch eine vom Ölsumpf innerhalb des Druckbehälters  
zum Schraubenblock (1) führende, zum Rücktransport des Öls dienende  
Leitung (97,99) innerhalb welcher ein bei Erreichen einer  
10 vorbestimmten Maximaltemperatur auf einen Ölkühler (15)  
durchschaltendes Thermoventil (103) vorgesehen ist.

15

20

25

30

35



1

Knorr-Bremse GmbH  
Moosacher Straße 80  
8000 München 40

München, den 13.06.1984  
TP1/hn/uk/so  
- 1799 -

5

# Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer Schraubenverdichteranlage

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung  
zum Betrieb einer Schraubenverdichteranlage, mit wenigstens einem  
ölgekühlten Schraubenverdichter, der in einen mit dem  
Verbrauchernetz in Verbindung stehenden Druckbehälter fördert, mit  
einer die Ansaugmenge des Schraubenverdichters druckabhängig  
regelnden Einrichtung und einer Vorrichtung zur gleichfalls  
15 druckabhängigen Regelung des motorischen Antriebes für den  
Schraubenverdichter.

Schraubenverdichter der gattungsgemäßen Art sollen in ihrem Betrieb  
zweckmäßigerweise so geregelt werden, daß die Liefermenge des  
20 Verdichters möglichst exakt der tatsächlich benötigten  
Druckluftmenge entspricht. Wenn im Verbrauchernetz keine Luft oder  
sehr wenig Luft benötigt wird, dann kann es sich als zweckmäßig  
erweisen, den Verdichter bzw. die Verdichteranlage im Leerlauf  
25 laufen zu lassen oder sogar ganz abzuschalten. Die Länge und die  
Reihenfolge dieser hierbei gewählten Schaltphasen werden durch die  
eingesetzte Regelung bestimmt; derartige Regelungsanlagen sind  
geeignet, den Betrieb der Verdichteranlage den jeweiligen  
Bedarfserfordernissen anzupassen. Bekannt sind im allgemeinen nahezu  
30 vollelektronische Regelungsanlagen, welche den gestellten  
Erfordernissen des variablen Betriebes gerecht werden.

Schraubenverdichteranlagen der vorgenannten Art sind nicht nur im  
stationären Betrieb einsetzbar, sie können auch in Fahrzeugen  
35 installiert werden, so in Schienenfahrzeugen. Bei einem derartigen

1 Betrieb existieren mitunter rauhe Einsatzbedingungen und es sind  
äußerst hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Regelung bzw.  
des Betriebs gestellt.

5 Davon ausgehend besteht die Aufgabe der Erfindung darin, für einen  
mit Öleinspritzung arbeitenden Schraubenverdichter der  
gattungsgemäßen Art eine Regelung zu schaffen, welche weitgehend  
rein pneumatisch arbeitet; es soll dennoch möglich sein, diejenigen  
10 Feinregelungen vornehmen zu können, welche im allgemeinen durch  
äußerst komplizierte und vergleichbar teure elektronische Bauteile  
bewerkstelligt werden müssen.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die Merkmale nach dem  
Kennzeichnungsteil des Patensanspruches 1 bzw. Patentanspruches 6.  
15

Mit Hilfe des Verfahrens zum Betrieb der Verdichteranlage ist es mit  
Hilfe im wesentlichen rein pneumatischer, trotzdem in ihrer Kennung  
bzw. Charakteristik einstellbarer Mittel ermöglicht, den oder die  
Schraubenverdichter der Anlage wirtschaftlich fahren zu lassen, d.h.  
20 es ist sowohl Betrieb bei Vollast, im Leerlauf und im  
Stillsetz- bzw. Aussetzbetrieb ermöglicht. Der Netzdruck-Verbrauch  
geht im Sinne einer Rückmeldung direkt sowohl in die Regelung der  
Ansaugmenge für den Schraubenblock des Verdichters als auch für die  
Antriebsregelung des vorzugsweise elektrischen Antriebsmotors ein.  
25 Die Regelvorrichtung enthält hierbei rein pneumatische wirkende  
Zeitglieder im Bereich der Ansaugvorrichtung; mit Hilfe dieser  
Zeitglieder, welche die Form von Düsen besitzen, ist es einerseits  
ermöglicht, eine Druckentlastung des Behälterdruckes zeitlich  
gesteuert vorzunehmen, andererseits ist es möglich, während dieser  
30 Entlastung des Behälterdruckes zeitlich gesteuert eine reduzierte  
Luftmenge in der Ansaugleitung des Schraubenblocks des Verdichters  
zur Verfügung zu stellen. Mit Hilfe dieser netzdruckabhängig  
gesteuerten Anordnung wird sichergestellt, daß der Elektromotor bzw.  
der Schraubenblock des Verdichters nur mit reduzierter Leistung,  
35 also gegenüber geringerem Widerstand als auch mit geringerer

1     Ansaugmenge läuft, wenn der Netzdruck einen vorbestimmten  
Maximalwert erreicht hat. Es wird hiermit eine "Verselbständigung"  
von Behälterdruck und Netzdruck in dem Sinne erzielt, daß der  
5     Netzdruck mit seiner vollen Druckhöhe zur Verfügung steht, während  
der Behälterdruck erst dann wieder hochgefahren wird, wenn der  
Netzdruck den unteren Punkt einer Schaltspanne erreicht hat.

Die Rückwirkung des Netzdruckes auf die Ansaugvorrichtung ist rein  
10    pneumatisch; sie bedarf nur einfacher und auch einfach  
einzustellender bzw. zu wartender Bauteile. Die Regelung des  
Antriebes für den Elektromotor des Schraubenblockes geschieht  
pneumatisch-elektrisch, vorzugsweise unter Verwendung von  
Druckschaltern, welche bei pneumatischer Beaufschlagung einen  
15    Erregerstrom für die Motorsteuerung des Antriebsmotors freigeben  
bzw. schließen. Im Sinne dieser Regelung ist es auch möglich, die  
Motorsteuereinheit rein pneumatisch zu beaufschlagen, wobei die  
Motorsteuer-Einheit ihrerseits im Sinne einer Druckschalteinrichtung  
so ausgestaltet sein kann, daß pneumatische Änderungen zu Änderungen  
20    in elektrischen Regelgrößen führen. Hierdurch ist ein Minimum  
elektrischer Schalt- oder Regelteile erforderlich.

Durch die mit Hilfe des Netzdruckes bei Rückwirkung auf die  
Ansaugvorrichtung des Verdichterschraubenblockes erzielbare,  
25    zeitlich gesteuerte Druckentlastung des Druckbehälters der Anlage  
kann in Verbindung mit einem durch den Behälterdruck beaufschlagten  
Druckschalter der elektromotorische Antrieb zum Stillstand gebracht  
werden, wenn der Behälterdruck einen vorbestimmten Mindestdruck  
erreicht. Dies ermöglicht eine sog. Nachlaufregelung bzw. verzögerte  
30    Aussetzregelung, welche sich dadurch kennzeichnet, daß der  
motorische Antrieb dann ausgeschaltet wird, und von Leerlauf auf  
Stillsetzung übergeht, wenn eine genau einstellbare, der  
Druckentlastung des Behälterdruckes auf den Mindestdruck  
entsprechende Zeit verstrichen ist. Die Leistungsaufnahme des  
35    Elektromotors für den Schraubenblock bestimmt sich also nach Maßgabe  
der Schaltspanne für den Netzdruck als auch in Abhängigkeit von

1 einem zeitlich gesteuerten Druckabbau im Behälter, wobei der Druckabbau im Behälter als auch der Druckabbau im Netz miteinander verglichen werden.

5 Zusätzlich sind für die Antriebsregelung für den Elektromotor des Schraubenverdichters Öltemperatur-abhängige Regelgrößen ableitbar, derart, daß der elektromotorische Antrieb selbst dann noch läuft, wenn die zeitlich gesteuerte Druckentlastung für den Behälterdruck  
10 bereits abgelaufen ist, solange nicht die erforderliche, gleichfalls vorherbestimmbare Betriebstemperatur für das Öl der Verdichteranlage existiert.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den  
15 weiteren Patentansprüchen aufgeführt.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung erläutert.

20 In dieser zeigen:

Fig. 1 ein Schaltschema der Schraubenverdichteranlage nach der Erfindung;

25 Fig. 2 eine graphische Darstellung der verzögerten Aussetzregelung bzw. Nachlaufregelung, bei welcher der Behälter- und Netzdruck gegenüber dem aufgenommenen Motorstrom in Abhängigkeit einer durch den Behälterdruck fest einstellbaren Zeit aufgezeigt sind;

30 und Fig. 3 eine der Fig. 2 vergleichbare graphische Darstellung, in welcher zusätzlich die Einflußnahme der Ölmindesttemperatur als Regelgröße für den elektrischen Antrieb nach der Erfindung aufgezeigt ist.

35 Bei der in Fig 1 dargestellten Schraubenkompressor-Anlage sind ein Schraubenblock 1 und ein Druckbehälter 3 vorgesehen. Der

1 Schraubenblock und der Druckbehälter sind mit einer in das Innere  
des Druckbehälters führenden Druckleitung 5 verbunden. An der  
Lufteinlaßseite des Schraubenblocks 1 ist eine in einem  
5 strichpunktierten Blockbild veranschaulichte Ansaugvorrichtung 7  
angeschlossen. Die zu verdichtende Luft wird über eine Saugleitung  
11 gesaugt und gelangt über die Ansaugvorrichtung 7 in nachfolgend  
beschriebener Weise in den Schraubenblock 1. Der Schraubenblock 1  
wird mit Hilfe eines Elektromotors 13 angetrieben. Des weiteren sind  
10 für vom Druckbehälter in den Schraubenblock zurückzuleitendes Öl ein  
Ölkühler 15 und ein Ölsteuerblock 17 vorgesehen.

Im Inneren des Druckbehälters 3 befindet sich ein Grobabscheider 19,  
gegen welchen aus der Druckleitung 5 ein Gemisch von Druckluft und  
15 Öl geleitet wird, derart, daß eine erste Trennung des Öls von der  
Druckluft erreicht wird. Aus der die weitgehend von Öl gereinigte  
Druckluft enthaltende Kammer des Druckbehälters führt eine Leitung  
21 in einen Feinabscheider 23, in welchem restliches Öl aus der  
Druckluft entfernt und mit Hilfe der eine Drossel 25 aufweisenden  
20 Leitung 27 in den Schraubenblock 1 zurückgeleitet wird. Eine weitere  
Druckleitung 29 führt über einen Luftkühler 31 zu einem weiteren  
Druckluftbehälter bzw. zum Verbrauchernetz. Zwischen dem  
Feinabscheider 23 und dem Luftkühler 31 ist gemäß Fig. 1 ein  
Rückschlagventil 33 von an sich bekannter Wirkungsweise vorgesehen;  
25 dieses Rückschlagventil ist in Wirkverbindung mit einem  
Minstdruckventil 35. Das Minstdruckventil 35 sperrt das  
Rückschlagventil bis zu einem Behälterdruck von z.B. 3,5 bar (wobei  
die Sperrung mechanisch mittels Federkraft geschieht). Ab dem sog.  
Öffnungsdruck von 3,5 bar gibt das Minstdruckventil 35 das  
30 Rückschlagventil 33 frei, d.h. ab 3,5 bar wird der Behälterdruck in  
die Druckleitung 29 strömungsabwärts des Rückschlagventils  
eingespeist und gelangt in das Netz bzw. in einen nachgeschalteten  
Druckluftbehälter.

35 Ein Sicherheitsventil 37 steht gemäß Fig. 1 über eine Leitung 39 mit

1 dem Druckbehälter 3 in Verbindung und wirkt als Sicherheitsorgan, d.h. das Sicherheitsventil 37 öffnet, wenn der Druck im Druckbehälter 3 den Wert von z.B. 11 bar übersteigt.

5 Die vorstehend genannte, in einem Blockbild wiedergegebene Ansaugvorrichtung 7 nach Fig. 1 umfaßt ein Rückschlagventil 41, welches sich in der vom Luftfilter 9 zum Schraubenblock 1 erstreckenden Saugleitung 43 befindet. Fernerhin ist der Ansaugvorrichtung 7 ein Rückschlagventil 45, eine Drossel bzw. Düse 10 47, ein mit dem Rückschlagventil 45 in Verbindung stehendes Entlastungsventil 49 und in einer Bypass-Leitung 51 ein Rückschlagventil 53 und eine Düse 55 zugeordnet. Die Düse 47 und das Rückschlagventil 45 sind in einer Leitung 57 vorgesehen, welche von dem Feinabscheider 23 zur Saugleitung 43 zwischen dem Luftfilter 9 15 und dem Rückschlagventil 41 führt.

Gemäß Fig. 1 sind im Druckbehälter 3 zwei Thermofühler 59 und 61 eingesetzt; der in der Darstellung untere Thermofühler 59 ist in nachfolgend beschriebener Weise als Sicherheitselement im Regelkreis 20 vorgesehen und verhindert ein Heißlaufen des Schraubenblocks 1, während der Thermofühler 61 in gleichfalls nachfolgend beschriebener Weise wirkt, um den Schraubenblock 1 im Kaltlauf zu regeln. Die Thermofühler 59 und 61 sind mittels Steuerleitungen 63 und 65 an 25 eine zur Motorsteuer-Einheit 67 führende Steuerleitung 69 angeschlossen. Hierbei ist die Steuerleitung 63 mit einem UND-Glied 71 verknüpft, während die Steuerleitung 65 mit einem ODER-Glied 73 verknüpft ist.

30 Gemäß Fig. 1 ist fernerhin eine von der Druckleitung 29 abzweigende Leitung 73 vorgesehen, welche in einen Druckregler 75 einspeist. Der Druckregler 75 arbeitet mit einer Schaltspanne von 8,5 - 10 bar, d.h., daß er bei einem in der Leitung 73 anstehenden Druck von 10 bar durchschaltet, um die Verbindung zwischen der Leitung 73 und der 35 Leitung 77 herzustellen, während er bei einem Absenken des Druckes

1 auf 8,5 bar durch Federkraft wirksam wird, um die Verbindung  
zwischen der Leitung 73 und der 77 wieder zu unterbrechen. Von der  
Leitung 77 zweigen zwei Zweigleitungen 79 und 81 ab. Die  
5 Zweigleitung 79 führt zu einem Druckschalter 83, welcher im  
dargestellten Ausführungsbeispiel von pneumatisch-elektrischer  
Wirkungsweise ist. Der Druckschalter 83 ist in der Lage, ein  
pneumatisches Signal in ein elektrisches Signal umzuwandeln; hierfür  
ist der Druckschalter mit einer (nicht dargestellten) elektrischen  
10 Einspeisung versehen und speist die Steuerleitung 85 mit einem  
elektrischen Signal, wenn eine in der Zeichnung schematisch  
wiedergegebene Federeinrichtung den Schalter entgegen dem  
pneumatischen Druck in der Zweigleitung 79 in ausreichendem Maße  
beaufschlagt. In Fig. 1 der Zeichnung ist eine Schaltposition  
15 dargestellt, in welcher die Kraft des pneumatischen Druckes in der  
Zweigleitung 79 größer ist als die Federkraft, so daß der  
Druckschalter 83 nicht aktiv ist und folglich die Steuerleitung 85  
keine elektrische Einspeisung erfährt.

20 Die von der Leitung 77 gleichfalls abzweigende Zweigleitung 81 steht  
als pneumatische Leitung mit dem Entlastungsventil 49 in Verbindung,  
so daß der Druck in der Zweigleitung 81 die im Entlastungsventil 49  
wirkende Federeinrichtung zu beaufschlagen vermag, wie nachfolgend  
im einzelnen erläutert ist. Von der Zweigleitung 81 zweigt eine  
25 Nebenleitung 87 ab, welche ihrerseits das Rückschlagventil 41 bei  
Beaufschlagung zu sperren vermag, um die Hauptleitungsverbindung  
zwischen dem Luftfilter 9 und dem Schraubenblock 1 bei einem  
gegebenen Zustand zu sperren.

30 Eine weitere Leitung 89 mit pneumatischer Beaufschlagung führt vom  
Druckbehälter 3 zu einem Druckschalter 91, welcher wie der  
Druckschalter 83 von pneumatisch-elektrischer Wirkungsweise ist,  
wobei der Druckschalter über eine (nicht dargestellte) elektrische  
Versorgung eine Steuerleitung 93 zu speisen vermag, wenn die in Fig.  
35 1 dargestellte Wirkposition besteht. In dieser Position überwindet  
der pneumatische Druck in der Leitung 89 die mechanische Wirkung

1 einer Federeinrichtung, derart, daß sich der Druckschalter 81 in  
Schaltposition befindet, wenn in der Leitung 89 ein ausreichend  
hoher Druck existiert. Unterhalb eines bestimmten Druckes, so z.B.  
5 unterhalb von 4 bar, überwindet die Federeinrichtung den  
pneumatischen Druck und der Schalter ist inaktiv. In gleicher Weise  
ist hierbei die Steuerleitung 93 entregt. Die beiden Steuerleitungen  
85 und 93 sind mit einem ODER-Glied 95 verknüpft, welches die  
Steuerleitung 69 erregt, wenn nur eine der beiden vorgenannten  
10 Steuerleitungen 85 bzw. 93 erregt ist oder wenn beide erregt sind.

Die Arbeitsweise der vorstehend anhand der Funktionsteile  
beschriebenen Schraubenverdichteranlage ist wie folgt:

15 Es sei zunächst angenommen, daß im gesamten System keinerlei Druck  
existiert, also weder im Druckbehälter 3 noch im durch die  
Druckleitung 29 gespeisten Netz. Ein derartiger Zustand kann nach  
längerem Stillstand der Anlage oder nach totaler Entlüftung  
bestehen. Wird bei entsprechender Betätigung der Motorsteuer-Einheit  
20 67 die zum Elektromotor 13 führende Stromleitung erregt und beginnt  
der Elektromotor 13 zu laufen, dann wird entsprechend das  
Hauptläufer-Nebenläufer-Paar des Schraubenblocks 1 in Umdrehung  
versetzt und es baut sich in der Druckleitung 5 und im  
Druckbehälter 3 ein gewisser Druck auf.

25 Die vom Schraubenblock 1 über die Druckleitung 5 in den  
Druckbehälter 3 gelangende Luft ist mit dem im Schraubenblock für  
die Schmierung, Kühlung und Dichtung dienenden Öl vermengt, so daß  
eine Trennung von Öl und Druckluft erforderlich ist. Eine erste  
30 Grobabscheidung des Öls von der Druckluft geschieht innerhalb des  
Druckluftbehälters 3 mit Hilfe des Grobabscheiders 19 von an sich  
bekannter Wirkungsweise. Das Gemisch aus Öl und Druckluft prallt  
hierbei gegen ein Plattenelement, wobei sich das abgetrennte Öl im  
Unterteil des Druckbehälters sammelt, und die Druckluft, oberhalb  
des Niveaus des Öls befindlich, mit einem bestimmten Druck in die  
35 Leitung 21 gelangt und innerhalb des in Fig. 1 dargestellten  
Feinabscheiders 23 von an sich bekannter



1 Wirkungsweise einer weiteren Abtrennung von Öl unterworfen wird. Das  
im Feinabscheider 23 abgetrennte Öl, welches dem Druck des Behälters  
unterliegt, wird mit Hilfe der Leitung 27 und der in der Leitung  
befindlichen Düse 25, welche zur Druckreduzierung dient, in den  
5 Schraubenblock 1 zurückgeleitet; dort dient das Öl wiederum zur  
Schmierung des Schraubenpaares mit seinen Lagern. Die Hauptmenge von  
Öl, welches sich im Druckbehälter 3 ansammelt, wird über eine  
Leitung 97 in den Ölsteuerblock 17 eingeleitet und gelangt über eine  
10 Leitung 99 direkt oder auf indirekte Weise über den Ölkühler 15  
zurück in den Schraubenblock 1. innerhalb des Ölsteuerblocks 17  
können sich ein von der Leitung 97 gespeister Ölfilter 101 und ein  
nachgeschaltetes Thermoventil 103 befinden. Das Thermoventil 103  
vermag in an sich bekannter Weise den unter einem bestimmten Druck  
stehenden Ölstrom, umzuleiten, derart, daß er entweder über den  
15 Ölkühler 15 oder direkt in den Schraubenblock 1 geleitet wird. Dies  
hängt jeweils von der für die Einleitung in den Schraubenblock 1  
zulässigen Öltemperatur ab.

20 Die unter einem bestimmten Druck stehende Druckluft steht innerhalb  
der Druckleitung 29 am Rückschlagventil 33 an, welches mit dem  
Minstdruckventil 35 in Wirkverbindung steht. Das  
Minstdruckventil 35 ist mittels Federkraft so eingestellt, daß es  
das Rückschlagventil 33 zum Beispiel bis zu einem Druck von 3,5 bar,  
dem Öffnungsdruck, sperrt, so daß der Druck aus dem Druckbehälter 3  
25 bis zu einem Druck von 3,5 bar nicht in das Netz freigegeben wird.  
Steigt der Druck im Druckbehälter 3 auf einen Wert von oberhalb 3,5  
bar an, dann wird das Minstdruckventil 35 in bekannter Weise außer  
Funktion gesetzt und das Rückschlagventil 33 ist in normaler Weise  
30 wirksam. Die Druckluft gelangt ab diesem Druck in das Netz, d.h. es  
steht dem Verbraucher zur Verfügung, wobei die Druckluft  
vorteilhafterweise durch einen Luftkühler 31 geleitet wird und  
nachfolgend in einen Hauptluftbehälter oder dergleichen gelangt. Der  
in der Druckleitung 29 vorherrschende Druck von mehr als 3,5 bar  
wirkt in vorstehend beschriebener Weise auf das Minstdruckventil  
35 35

1 derart ein, daß dieses gegen die Kraft der Feder in geöffneter Lage  
gehalten wird, d.h. daß das Mindestdruckventil 35 bei einem  
Druckabfall unterhalb von 3,5 bar sofort wirksam wird und das  
5 Rückschlagventil 33 in diesem Fall wieder sperrt

In der Leitung 73 (Fig.1) existiert der Druck der Druckleitung 29  
und wirkt entsprechend auf den Druckregler 75 ein. Dieser  
Druckregler ist so aufgebaut, daß er bei einem Druck von  
10 beispielsweise 10 bar gegen die Wirkung von Federkraft öffnet und  
"durchschaltet", derart, daß eine Leitungsverbindung zwischen der  
Leitung 73 und der Leitung 77 hergestellt wird. Folglich wirkt der  
in der Leitung 73 existierende Druck bei diesem Durchschalten auch  
in der Leitung 77 und in den abzweigenden Zweigleitungen 79 und 81.  
15 Sinkt im Verlaufe des Betriebs des Verdichters der Druck in der  
Leitung 73 bis auf 8,5 bar wieder ab, dann überwiegt die Kraft der  
vorgesehenen Federeinrichtung und der Druckregler 75 unterbricht  
die Verbindung zwischen der Leitung 73 und der Leitung 77.

20 In Fig. 2 ist der Anlauf des Schraubenverdichters anhand des  
Druckverlaufes im Netz und im Druckbehälter, als auch anhand des  
Motorstromes dargestellt. Ausgehend vom Zeitpunkt Null erhöht sich  
bei einem Anlaufen des Motors bzw. des Schraubenblocks der Druck im  
Behälter bis zu einem Wert von 3,5 bar, wobei dieser Wert nach der  
25 Zeit  $t_n$  erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt öffnet das  
Rückschlagventil 33, wie vorstehend erläutert ist, so daß nunmehr  
der Druck im Netz gleichfalls ansteigt. Es wird auf den Druckverlauf  
 $P_N$  in Fig. 2 hingewiesen. Ist das Netz soweit gefüllt, daß  
gleichfalls ein Druck von 3,5 bar im Netz existiert, dann steigen  
30 die Drücke im Behälter und im Netz mit gleicher Steigung bis zu  
einem Druck von 10 bar an, d.h. nach einer Zeit von  $t_o$   
entsprechend dem sog. Anlauf ist sowohl im Behälter als auch im Netz  
der Druck von 10 bar erreicht. Nach einer anfänglichen Spitze  
besitzt der Motorstrom I den mit Vollast in Fig. 2 bezeichneten  
horizontalen Verlauf, d.h. der Motorstrom verbleibt im wesentlichen  
35 konstant auf Vollast, bis der Druck im Behälter und im Netz den

1 Maximalwert von 10 bar erreicht hat. Bei einem Druck von 10 bar  
öffnet der Druckregler 75 auf Durchgang, so daß der Druck von 10 bar  
sowohl in der Leitung 77 als auch in den Zweigleitungen 79 und 81  
5 vorherrscht. Der Druck in der Zweigleitung 81 beaufschlagt im  
Bereich der Ansaugvorrichtung 7 das Entlastungsventil 49 entgegen  
der Kraft der schematisch dargestellten Federeinrichtung, was zur  
Folge hat, daß die Wirkung des Entlastungsventils 49 aufgehoben wird  
und das Rückschlagventil 45 öffnet. Im dargestellten  
10 Ausführungsbeispiel steht das Rückschlagventil 45 über eine Leitung  
105 mit der Saugleitung 43 für den Schraubenblock in Verbindung. Die  
Leitung 105 kann jedoch auch ins Freie führen. Als Folge dieser  
Rückführung in die Saugleitung 43 bzw. des Abblasens in die  
Außenluft wird der Druck in der Leitung 57, im Feinabscheider 23 und  
15 demnach im Druckbehälter 3 abgebaut, wie dies der steile  
Kurvenverlauf in Fig. 2 der Zeichnung erkennen läßt. In der  
Verbindung zwischen dem Druckbehälter 3 und dem Rückschlagventil  
ist, wie vorstehend erwähnt wurde, die Düse 47 eingeschaltet. Diese  
wirkt als Zeitglied in dem Sinne, daß das Abblasen der Druckluft,  
20 d.h. die Druckentlastung, zeitlich gesteuert stattfindet. Im  
einzelnen wird hierzu nachfolgend im Verlaufe der Beschreibung  
eingegangen.

Der Behälterdruck und der Netzdruck "verselbständigen" sich, wie die  
25 abfallenden Druckverläufe in Fig. 2 der Zeichnung erkennen lassen,  
nachdem der Maximaldruck erreicht wurde. Der Behälterdruck sinkt  
also stärker bzw. schneller ab als der Netzdruck, da der Netzdruck,  
bedingt durch die Wirkung des Rückschlagventils 33, nicht in den  
Luftbehälter 3 rückwirken kann. Das Absenken des Netzdruckes hängt  
30 folglich einzig und allein vom jeweils bestehenden Verbrauch bzw.  
von Undichtigkeiten ab. Sinkt also der Netzdruck  $P_N$  bei immer noch  
geöffnetem Rückschlagventil 45, so nähert er sich gemäß Fig. 2 dem  
Druck von 8,5 bar. Bei einem derartigen Druck ist der untere  
Schaltpunkt des Druckreglers 75 wieder erreicht, d.h. daß der  
35 Druckregler 75 mechanisch in eine Position geschaltet wird, in  
welcher die Verbindung zwischen der Leitung 73 und der Leitung 77

1 unterbunden ist. Der Druck in der Leitung 77, welcher auch in der  
Zweigleitung 81 und in der Nebenleitung 87 ansteht, baut sich  
nunmehr über eine Außenluftverbindung im Druckregler 75 ab. Durch  
5 die Druckentlastung in der Zweigleitung 81 wird die mechanische  
Verriegelung des Entlastungsventils 49 wieder wirksam, derart, daß  
das Rückschlagventil 45 geschlossen und demnach die  
Außenluftverbindung der Leitung 57 unterbunden wird. In gleicher  
Weise ist der Druck nicht mehr gegenüber dem Rückschlagventil 41  
10 wirksam, d.h. das Rückschlagventil 41 öffnet unter Einwirkung einer  
Federeinrichtung, so daß die ungedrosselte Ansaugverbindung im  
Bereich der Ansaugvorrichtung 7 wieder hergestellt ist. Die  
Auswirkungen der vorbeschriebenen Druckänderungen des  
Behälterdruckes und des Netzdruckes auf die Motorsteuerung sind wie  
15 folgt:

Der Elektromotor 13 läuft im Bereich der Anlaufphase des  
Schraubenverdichters auf Vollast, wie durch die Darstellung des  
Motorstroms I ersichtlich ist. Die Motorsteuer-Einheit 67 ist  
20 während dieses Zeitabschnitts aktiviert, da sich der Druckschalter  
83 bei druckloser Leitung 77 in der Schaltposition befindet, in  
welcher eine (nicht dargestellte) elektrische Verbindung in die  
Steuerleitung 85 existiert. Ist die Steuerleitung 85 erregt, dann  
gilt dies gemäß Fig. 2 auch für die Steuerleitung 69. Gibt das  
25 UND-Glied die Verbindung zur Motorsteuer-Einheit 67 in nachfolgend  
beschriebener Weise frei, dann erfolgt durch Einspeisung über die  
Leitung 97 (Fig.2) die entsprechende Aktivierung des Elektromotors  
13, so daß dieser mit Vollast läuft. Erreicht der Netzdruck  $P_N$  den  
oberen Schaltpunkt des Druckreglers 75 von 10 bar, dann schaltet der  
30 Druckregler 75, wie vorstehend dargelegt wurde, auf Durchgang, d.h.  
daß der Druck aus der Leitung 73 auch in der Leitung 77 ansteht und  
nunmehr der Druckschalter 83 entgegen der Wirkung einer mechanischen  
Federeinrichtung ausgeschaltet wird. Dies bedeutet analog dem  
vorstehend beschriebenen, daß die Steuerleitung 85 nunmehr entregt  
35 ist. Wie vorstehend ausgeführt wurde, steht in der Leitung 89 der

1 Druck des Druckbehälters 3 an und wirkt auf den Druckschalter 91  
ein. Der Druckschalter 91 ist in seinem Aufbau dem Druckschalter 83  
vergleichbar, er arbeitet jedoch mit umgekehrter Wirkungsweise. Der  
5 Druckschalter 91 schließt, solange in der Leitung 89 ein Druck von  
mehr als 4 bar existiert und öffnet unter der Wirkung einer  
schematisch dargestellten Federeinrichtung, wenn der Druck im  
Druckbehälter 3 unter den Druckwert von 4 bar abfällt. Ist der  
Druckschalter 83 infolge des Durchschaltens des Druckreglers 75  
10 entregt, wie dies beispielhaft in Fig. 1 wiedergegeben ist, dann  
kann gleichwohl die Steuerleitung 69 für die Motorsteuer-Einheit 67  
erregt sein, wenn sich der Druckschalter 91 in der gleichfalls in  
Fig. 1 dargestellten Lage befindet, in welcher ein Druck von  
oberhalb 4 bar im Druckbehälter 3 besteht und infolgedessen ein  
15 Aktivieren bzw. Betätigen des Druckschalters 91 mit entsprechender  
Erregung der Steuerleitung 93 herbeigeführt ist. Da die  
Steuerleitung 85 und die Steuerleitung 93 beide mit dem ODER-Glied  
95 verknüpft sind, wird die Steuerleitung 69 in jedem Fall erregt,  
falls eine der beiden vorgenannten Steuerleitungen 85 oder 93 erregt  
20 ist. In Anwendung auf die Situation der Regelung zwischen dem oberen  
Schaltpunkt von 10 bar und dem unteren Schaltpunkt von 8,5 bar des  
Druckreglers 75 bedeutet dies: Zwischen den Druckwerten 10 bar und  
8,5 bar im Netz ist zwar die Steuerleitung 85 entregt, da der  
Druckschalter 83 deaktiviert ist, gleichwohl wird der Elektromotor  
25 13 bei erregter Steuerleitung 93 zum Zwecke des Antriebes mit Strom  
versorgt. Er läuft während dieser Zeit, der Zeit  $t_1$  gemäß Fig. 2  
im Leerlauf, da der Schraubenblock 1 während dieser Zeitspanne mit  
geringerer Leistung gefahren werden kann. Vorstehend wurde  
erläutert, daß der in der Zweigleitung 81 während der Zeit  $t_1$   
30 herrschende Druck auf das Entlastungsventil 49 einwirkt, um das  
Rückschlagventil 45 zu entsperren, derart, daß das Rückschlagventil  
zu öffnen vermag, solange der Druck im Druckbehälter 3 nicht unter  
einen Wert von unter z.B. 4,5 oder 4 bar absinkt. In der geöffneten  
Position des Rückschlagventils 45 gelangt die während der Zeit  $t_1$   
35 das Rückschlagventil passierende Druckluft ins Freie (nicht  
dargestellt) bzw. wird über die Leitung 105 (Fig. 1) zurück zur

1 Saugleitung 43 geführt. Gleichzeitig wirkt die in der abzweigenden  
Nebenleitung 87 existierende Druckluft während der Zeit  $t_1$  auf das  
Rückschlagventil 41 in dem Sinne ein, daß dieses sperrt und folglich  
5 die anzusaugende Luft nur über die Bypass-Leitung 51 zum  
Schraubenblock 1 gelangt. In der Bypass-Leitung 51 sind ein  
Rückschlagventil 53 und eine Drossel bzw. Düse 55 vorgesehen. Da das  
Rückschlagventil 41 während des zuvor genannten Zustandes verriegelt  
ist, bestimmt sich die Menge der in den Schraubenblock 1  
10 angesaugten Luft nach Maßgabe der Charakteristiken des  
Rückschlagventils 53 und der Düse 55. Andererseits arbeitet der  
Schraubenblock 1 nur gegen einen ungleich geringeren Widerstand, da  
die von ihm geforderte Druckluft auf dem Wege über den Druckbehälter  
3, den Feinabscheider 23, die Düse 47 und das Rückschlagventil 45  
15 in die Außenluft gelangt bzw. im Kurzschluß wieder in die  
Saugleitung zurückgeführt wird. Dieser verminderte Leistungsbedarf  
des Elektromotors spiegelt sich in einem Motorstrom wieder, welcher  
dem sog. Leerlauf des Schraubenverdichters entspricht (Fig. 2).  
Dieser Leerlauf bei verringertem Leerlaufstrom dauert während der  
20 Zeit  $t_1$  an, also solange, bis der untere Einschaltpunkt des  
Druckreglers 75 (8,5bar) erreicht ist. Da der Druckregler 75 bei  
einem derartigen Druck sperrt, also nicht mehr durchschaltet, wird  
die Leitung 77 bei mittels des Druckreglers 75 vorgenommener  
Entlüftung drucklos, was in gleichem Maße für die Zweigleitung 81  
25 und die Nebenleitung 87 gilt. Im Bereich der Ansaugvorrichtung 7  
wird folglich aus der Leerlaufphase in die Vollastphase  
umgeschaltet, d.h. das Rückschlagventil 41 wird entriegelt, so daß  
die Hauptverbindung über die Saugleitung 43 besteht und das  
Entlastungsventil 49 sperrt mittels der mechanischen, schematisch  
30 dargestellten Federeinrichtung das Rückschlagventil 45, wodurch die  
zuvor genannte Entlastungsverbindung der Leitung 57 blockiert ist.  
Der Elektromotor 13 treibt nunmehr den Schraubenblock 1 wieder mit  
Vollast und entsprechendem Motorstrom  $I$  während der Zeit  $t_2$  an  
(Fig. 2). Der Schraubenblock 1 beginnt also wieder mit Vollast zu  
35 laufen, wenn der Netzdruck  $P_N$  in der Darstellung nach Fig. 2 die  
Horizontale

1 entsprechend dem Druck von 8,5 bar schneidet. Da das  
Rückschlagventil 45 zu diesem Zeitpunkt schließt, beginnt sich der  
Behälterdruck  $P_B$  sofort wieder zu erhöhen. Der Netzdruck  $P_N$   
5 sinkt auch während der Zeit  $t_2$  zunächst noch ab, da der Netzdruck  
erst dann wieder steigen kann, wenn der Behälterdruck und der  
Netzdruck gleich sind. Nach der Differenzzeit  $\Delta t_1$  sind gemäß  
Fig. 2 Netzdruck und Behälterdruck gleich, sie betragen z.B. 8,2  
bar, wonach während der verbleibenden Zeit des Vollastbetriebes der  
10 Behälterdruck und der Netzdruck mit gleicher Steigung ansteigen, bis  
wieder der Netzdruck (und folglich auch der Behälterdruck) den  
oberen Schaltpunkt von 10 bar erreicht hat. Dieser Vorgang  
wiederholt sich, d.h. es findet ein Wechsel zwischen Leerlaufbetrieb  
und Vollastbetrieb während der Zeiten  $t_3, t_4$  etc. statt. Im  
15 zeichnerisch in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die  
Zeiten  $t_1, t_2, t_3$  und  $t_4$  gleich groß bemessen, ohne daß dies  
zwingend gilt. Natürlich kann die Zeit  $t_2$  auch länger sein, also  
einen längeren horizontalen Abschnitt umfassen als die Zeit  $t_1$ .  
Dies gilt bei einem langsameren Aufladen des Netzdruckes, also z.B.  
20 bei gleichzeitig stärkerem Verbrauch.

Es wurde vorstehend die Regelung des Schraubenverdichters zwischen  
den Betriebszuständen Vollast und Leerlauf erläutert; im Leerlauf  
arbeitet der Elektromotor mit einer geringeren Leistungsaufnahme,  
welche dem niedrigeren horizontalen Verlauf in Fig. 2 entspricht.  
25 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb der Verdichteranlage ist  
darüber hinaus geeignet, den Antrieb für den Verdichter vollständig  
auszuschalten, d.h. den Stillstand herbeizuführen, falls die  
Bedingungen im Netz und im Behälter hierfür gegeben sind. Da der  
Stillstand des Motors, also der Aussetzbetrieb, nach Maßgabe einer  
30 zeitlichen Vorgabe durch den Druckabbau im Druckbehälter der Anlage  
erfolgt, wird hier von einer verzögerten Aussetzregelung bzw.  
Nachlaufregelung gesprochen. Wie anhand von Fig. 2 erkennbar ist,  
sinkt der Netzdruck  $P_N$  während der Zeit  $t_5$  nur allmählich ab,  
d.h. es besteht nur ein geringer Verbrauch. Während der Zeit  $t_5$   
35 wäre es unwirtschaftlich, den Verdichterblock in Vollast oder im

1  
Leerlauf arbeiten zu lassen, dies ungeachtet der Tatsache, daß es  
nach Ablauf der Zeit  $t_5$  erforderlich ist, die Anlage aus dem  
Stillstand heraus gegen einen vergleichsweisen hohen Widerstand  
5 hochzufahren. Ein derartiger vollständiger Stillstand des Antriebes  
ist bei Abwägung eines wirtschaftlichen Betriebes dann möglich und  
nötig, wenn die Schalthäufigkeit nicht zu hoch liegt. Wie die Fig. 2  
erkennen läßt, schneidet die Linie des Behälterdruckes  $P_N$  die  
Horizontale von 8,5 bar nach Ablauf der Zeit  $t_5$ . Zu diesem  
10 Zeitpunkt wird der Motor wieder mit Vollast gefahren, so daß der  
Behälterdruck entsprechend dem relativ steilen Verlauf ansteigt und  
der Netzdruck zunächst noch während der Zeit  $\Delta t_2$  absinkt, bis  
Netzdruck und Behälterdruck gleiche Größe besitzen und gemeinsam  
wieder ansteigen. Der Zeitpunkt, zu welchem von Leerlaufbetrieb auf  
15 Stillstand übergegangen wird, ist gemäß der Erfindung abhängig vom  
Netzdruck als auch vom Behälterdruck. Anhand von Fig. 1 wurde  
vorstehend erläutert, daß der Druckregler 75 bei Erreichen des  
Netzdruckes von 10 bar durchsteuert, mit der Folge, daß der  
Druckschalter 83 ausgeschaltet und die Steuerleitung 85 entregt  
20 wird. Während der Zeit  $t_5$  existiert diese Deaktivierung der  
Steuerleitung 85, d.h. zwischen dem oberen Schaltpunkt (10 bar) und  
dem unteren Schaltpunkt (8,5 bar) des Druckreglers 75 bleibt die  
Steuerleitung 85 entregt. Gleichzeitig ist jedoch die vom  
Druckschalter 91 gespeiste Steuerleitung 93 erregt, solange während  
25 der Zeit  $t_6$  (Fig. 2) der auf den Druckschalter 91 einwirkende  
Behälterdruck höher liegt als 4 bar. Als Folge der ODER-Verknüpfung  
der beiden Druckschalter 83 und 91 bleibt demgemäß die Steuerleitung  
69 und somit der elektromotorische Antrieb für den Schraubenblock 1  
erregt, d.h. der Antrieb läuft während der Zeit  $t_6$  solange im  
30 Leerlauf, bis der Behälterdruck den Wert von 4 bar unterschreitet  
und der Druckschalter 91 inaktiv wird. Der Antrieb des Elektromotors  
arbeitet also mit einer gewissen Verzögerung, bis tatsächlich der  
Stillstand des Antriebes herbeigeführt wird. Da die Verzögerung vom  
Druckabbau im Druckbehälter abhängt, kann sie in dem Maße zeitlich  
35 gesteuert werden, in welchem der Behälterdruck über die Düse 47 und  
das Rückschlagventil 45 abgebaut wird. Die Düse 47 wirkt somit als



1 Zeitglied, welches die Verzögerung für die endgültige  
Stillsetz- oder Aussetzregelung des Antriebes vorherbestimmt.  
Natürlich kann die Düse 47 für diesen Zweck einstellbar ausgeführt  
5 sein, derart, daß der jeweils eingestellte Düsendurchsatz diejenige  
Zeit bestimmt, welche für den entsprechenden Druckabbau im  
Druckbehälter erforderlich ist. Vorstehend wurde erläutert, daß das  
Rückschlagventil 45 mit einem gewissen Schließdruck arbeitet. Dieser  
Schließdruck von z.B. 4 bar bestimmt bei durch den Netzdruck  
10 entriegeltem Entlastungsventil 49 den Zeitpunkt, bei welchem das  
Rückschlagventil 45 nicht mehr öffnet, also keine Druckentlastung  
mehr zuläßt. Es wird auf diese Weise sichergestellt, daß der  
Behälterdruck während der Stillstandzeit des elektromotorischen  
Antriebes, also während der Zeit  $t_5 - t_6$  nicht weiter absinkt.  
15 Der Behälterdruck  $P_B$  verbleibt bei nunmehr geschlossenem  
Rückschlagventil 45 im wesentlichen konstant und nimmt den in Fig.2  
dargestellten horizontalen Druckverlauf ein. Wird der Motor,  
ausgehend vom Stillstand, wieder hochgefahren, dann wird von einem  
Behälterdruck von 4 bar aus verdichtet, ein vollständiges Hochfahren  
20 des Druckes ist also nicht erforderlich, was einen weiteren  
wirtschaftlichen Faktor für den Betrieb der Anlage darstellt.

Die vorstehend beschriebene verzögerte Aussetzregelung bzw.  
Nachlaufregelung kann gemäß Fig.3 eine weitere Überlagerung durch  
25 eine Regelgröße erfahren, welche von der Öltemperatur im  
Druckbehälter abhängt. Wie anhand von Fig.1 erläutert wurde,  
erstrecken sich in den im Druckbehälter 3 befindlichen Ölsumpf  
Thermofühler 59 und 61. Der Thermofühler 59 ist mit dem Regelkreis  
über ein UND-Glied 71 verknüpft, d.h., daß die zur  
30 Motorsteuer-Einheit 67 führende Steuerleitung 69 in jedem Falle  
entregt ist, falls die Steuerleitung 63 ihrerseits entregt ist. Dies  
ist dann der Fall, wenn die Temperatur des abgeschiedenen Öls im  
Druckbehälter höher als zum Beispiels 100° Celsius liegt und der  
Thermofühler 59 entsprechend anspricht. Unterhalb von 100° Celsius

1 spricht der Thermofühler 59 im Sinne der Erregung der Steuerleitung  
63 an, wodurch der elektromotorische Antrieb für den Schraubenblock  
in jedem Fall dann aktivierbar ist, wenn die zweite Steuerleitung,  
5 d.h. die Steuerleitung 69 ihrerseits aktiviert ist.

Der weitere Thermofühler 61, der sich in den Ölsumpf erstreckt,  
regelt den Antrieb des Elektromotors 13 für den Schraubenblock 1 in  
dem Sinne, daß der Elektromotor unterhalb von zum Beispiel  
10 70° Celsius, also unterhalb der Mindesttemperatur, in jedem Fall  
läuft, da die vom Thermofühler 61 gespeiste Steuerleitung 65 dann  
aktiviert ist, wenn die Temperatur im Ölsumpf niedriger als  
70° Celsius liegt. Die Steuerleitung 65 ist über das ODER-Glied 72  
mit der Steuerleitung 69 verknüpft, d.h., daß die Erregung durch die  
15 Steuerleitung 65 allein ausreicht, um den Elektromotor 13 dann  
laufen zu lassen, wenn die Temperatur im Ölsumpf unterhalb von  
70° Celsius liegt. Unabhängig davon bestimmt der sich  
verselbständigende Netzdruck, ob für den Elektromotor eine  
Leistungsaufnahme entsprechend Leerlauf oder entsprechend Vollast  
20 vorliegt. Maßgebend hierfür ist die Rückmeldung des  
Verbraucherdruckes auf die Ansaugvorrichtung 7, wie vorstehend  
beschrieben ist. Aus dem Vorstehenden kann ferner gefolgert werden,  
daß die temperaturabhängige Erregung des elektromotorischen  
Antriebes auch unbeeinflußt bleibt vom Mindestdruck im Druckbehälter  
25 3; unterhalb von 70° Celsius läuft der Motor selbst dann, wenn an  
und für sich die Voraussetzungen für den Stillstand des motorischen  
Antriebes gegeben sind. An die durch den Druckabbau im Druckbehälter  
verursachte Verzögerung entsprechend der Zeit  $t_6$  schließt sich  
eine weitere Verzögerung entsprechend der Zeit  $t_7$  an. Mit Hilfe  
30 dieser Regelungsart wird sichergesstellt, daß der Motor erst dann  
zum Stillstand gebracht ist, wenn zuvor im wesentlichen optimale  
Betriebstemperaturen erreicht sind. Eine derartige Regelung ist also  
bevorzugt während der Zeit des Anlaufs der Anlage erforderlich, da  
die Betriebstemperaturen während der Vollast und während des  
35 Leerlaufs im allgemeinen ausreichend hoch liegen, es sei denn, es  
tritt der entgegengesetzte Extremfall ein, daß die Temperatur im

1 Ölsumpf beispielsweise den Wert von 100° Celsius übersteigt, wodurch  
durch Entregung der Steuerleitung 63 der sofortige Stillstand des  
elektromotorischen Antriebes herbeigeführt wird. Dieses Stillsetzen  
5 des Motors ist selbstverständlich zu jedem Zeitpunkt während des  
Betriebs möglich und auch erforderlich, so könnte es beispielsweise  
nötig werden, den Motor nach dem Ablauf der Zeit  $t_4$  oder während  
dieser Zeit vollständig auf Stillstand zu setzen, falls sich die  
Temperatur zu diesem Zeitpunkt über 100° Celsius erhöht hat.

10

Kurzfassung

Bei einer durch eingespritztes Öl gekühlten  
Schraubenverdichteranlage, bei welcher sowohl die Luft-Ansaugmenge  
des Schraubenverdichters als auch dessen vorzugsweise  
15 elektromotorischer Antrieb druckabhängig geregelt werden, sind rein  
pneumatisch wirkende Mittel vorgesehen, welche bei Erreichen eines  
vorherbestimmbaren Netz-Maximaldruckes das Ansaugvolumen zu  
reduzieren vermögen; der Maximaldruck des Netzes dient gleichzeitig  
und innerhalb einer durch ihn selbst begrenzten Schaltspanne zur  
20 Ableitung einer pneumatisch-elektrischen Regelgröße für den  
Schraubenverdichterantrieb, derart, daß der Schraubenverdichter  
unterhalb des Netz-Maximaldruckes mit Vollast, und bei Erreichen des  
Netz-Maximaldruckes und nachfolgender Druckabsenkung innerhalb der  
Schaltspanne in Leerlauf arbeitet, wobei im Leerlauf die Reduzierung  
25 des Ansaugvolumens im Zusammenwirken mit einer Druckentlastung des  
Druckbehälters zu einem zeitlich bestimmbaren Aussetzen des  
Antriebes benutzt werden. Eine zusätzliche Sicherheitseinrichtung  
ist in Abhängigkeit von der Temperatur des von der Druckluft  
getrennten Öls wirksam und verhindert unterhalb einer  
30 vorherbestimmbaren Öltemperatur den Übergang vom Leerlaufbetrieb in  
den Stillstand.

3422398

- 26 -

25 -

1

Knorr-Bremse GmbH  
Moosacher Straße 80  
8000 München 40

München, 13.06.1984  
TP1-hn/ku/so  
1799

5

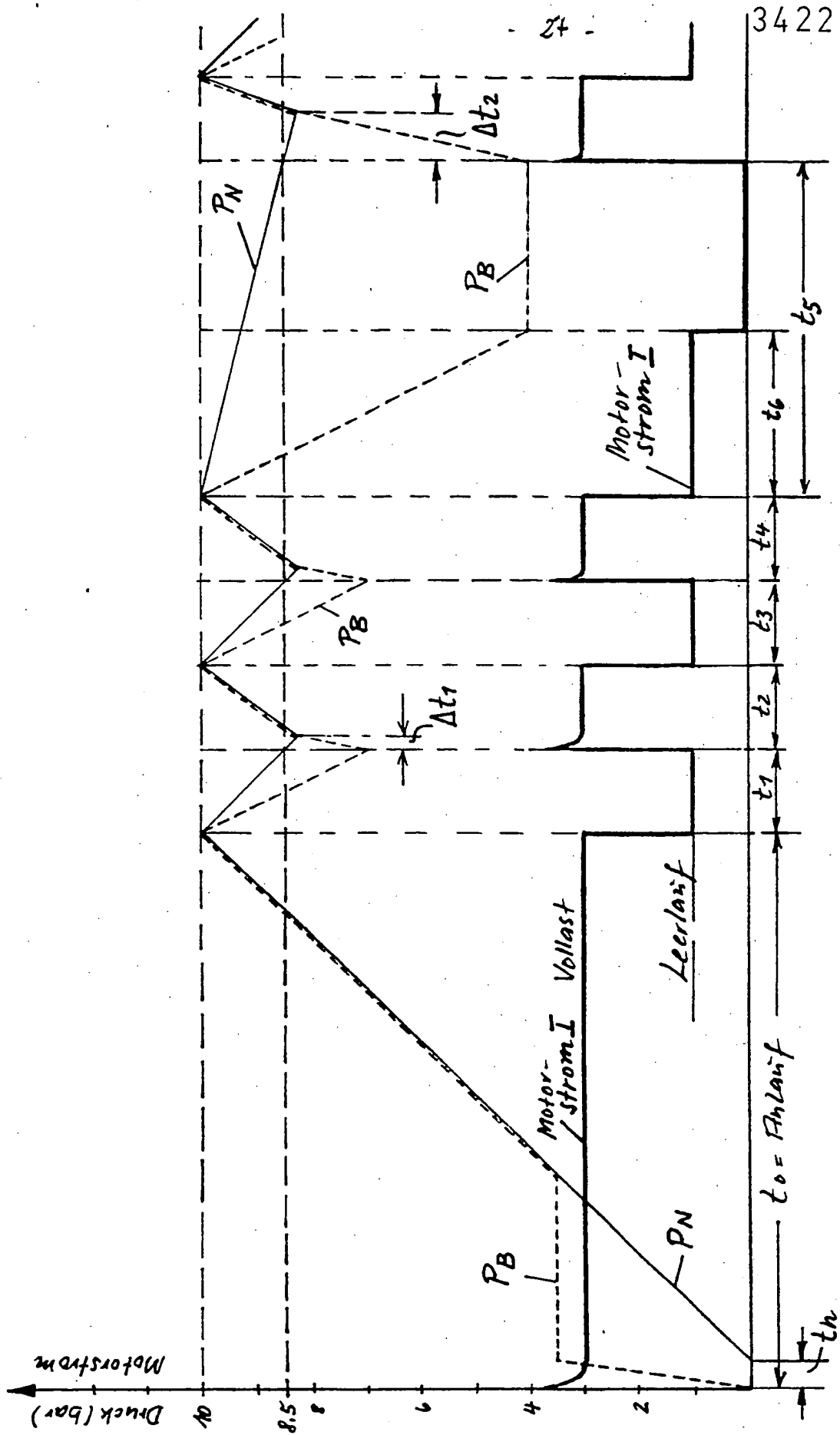
Bezugszeichenliste

- |    |    |                    |
|----|----|--------------------|
|    | 1  | Schraubenblock     |
|    | 3  | Druckbehälter      |
| 10 | 5  | Druckleitung       |
|    | 7  | Ansaugvorrichtung  |
|    | 9  | Luftfilter         |
|    | 11 | Saugleitung        |
|    | 13 | Elektromotor       |
| 15 | 15 | Ölkühler           |
|    | 17 | Ölsteuerblock      |
|    | 19 | Grobabscheider     |
|    | 21 | Leitung            |
|    | 23 | Feinabscheider     |
| 20 | 25 | Drossel            |
|    | 27 | Leitung            |
|    | 29 | Druckleitung       |
|    | 31 | Luftkühler         |
|    | 33 | Rückschlagventil   |
| 25 | 35 | Mindestdruckventil |
|    | 37 | Sicherheitsventil  |
|    | 39 | Leitung            |
|    | 41 | Rückschlagventil   |
|    | 43 | Saugleitung        |
| 30 | 45 | Rückschlagventil   |
|    | 47 | Düse               |
|    | 49 | Entlastungsventil  |
|    | 51 | Bypassleitung      |
|    | 53 | Rückschlagventil   |
| 35 | 55 | Düse               |
|    | 57 | Leitung            |

1	59	Thermofühler
	61	Thermofühler
	63	Steuerleitung
5	65	Steuerleitung
	67	Motorsteuer-Einheit
	69	Steuerleitung
	71	UND-Glied
	72	ODER-Glied
10	73	Leitung
	75	Druckregler
	77	Leitung
	79	Zweigleitung
	81	Zweigleitung
15	83	Druckschalter
	85	Steuerleitung
	87	Nebenleitung
	89	Leitung
	91	Druckschalter
20	93	Steuerleitung
	95	ODER-Glied
	97	Leitung
	99	Leitung
	101	Ölfilter
25	103	Thermoventil

Fig. 1

Fig. 2



3422398

3422398

Fig. 3